

Nationell kalkeffektuppföljning 2010-2011

Uppföljning av första årets provtagning av
kalkade sjöar och vattendrag med referenser

Jens Fölster och Robin Djursäter

Nationell kalkeffektuppföljning 2010-2011

Uppföljning av första årets provtagning av
kalkade sjöar och vattendrag med referenser

Jens Fölster och Robin Djursäter

Institutionen för vatten och miljö, SLU

Box 7050

750 07 Uppsala

Tel. 018 – 67 31 10

<http://www.slu.se/vatten-miljo>

Tryck: Institutionen för vatten och miljö, SLU
Uppsala, 2013-03-04

Förord

Denna rapport utgör en del av redovisningen av resultaten från den första omgången av den nationella övervakningen av kalkade vatten enligt överenskommelser med Naturvårdsverket dnr 235-5389-10, 235-336-11, 235-1348-10 och 235-35-11. Huvuddelen av redovisningen utgörs av de tabeller med rådata samt beräknade och klassade data som finns tillgängligt på (<http://www.slu.se/vatten-miljo>). Rapporten omfattar dokumentation av metodiken och en enkel sammanfattning av resultaten.

Innehåll

FÖRORD	3
INNEHÅLL	5
SAMMANFATTNING	6
Bakgrund	7
Dataunderlaget	9
Resultat	13
Kommentarer	18
REFERENSER	20

Sammanfattning

Ett nationellt program för kalkeffektuppföljning påbörjades 2010 på uppdrag av Naturvårdsverket med Institutionen för vatten och miljö, SLU, som utförare. Sedan juli 2011 drivs programmet på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Programmet omfattar samtliga 2889 målsjöar och ca 1500 målvattendrag i den statligt stödda kalkningsverksamheten. Därutöver omfattar programmet ca 1800 okalkade referenssjöar och ca 1500 okalkade referensvattendrag. Programmet bedrivs i så kallat omdrev d.v.s. en sjättedel av objekten provtas varje år. I denna rapport redovisas den första omgången som genomfördes 2010-2011.

Syftet med programmet är att ge underlag för en eventuell nedtrappning av kalkningsverksamheten i takt med att den sura depositionen minskat. Det omfattar vattenkemiska parametrar för att kunna beräkna ”okalkad kemi” i de kalkade vattnen, samt göra en bedömning av försurningspåverkan med MAGIC_{bibliotek}. Det går också att beräkna halten oorganiskt aluminium (Ali) utifrån de analyserade parametrarna. Resultaten från de okalkade referensvattendragen ska längre fram användas för MAGIC-modellering med syfte att komplettera MAGIC_{bibliotek}. Sjöarna provtogs hösten 2010 och våren 2011. Vattendragen provtogs vid tre fasta tillfällen samt vid tre högflöden under 2010 och 2011.

Förutom vattenkemi inhämtades data för kalkning i avrinningsområdena samt vattenförling i vattendragen. För sjöarna togs resultaten från målsjöinventeringen 2007-2008 med i utvärderingen.

Resultaten bekräftar bilden från målsjöundersökningen; mer än hälften av de kalkade vattnen i södra Sverige skulle vara försurade om de inte kalkades enligt en bedömning med MAGIC_{bibliotek}. I norra Sverige skulle betydligt mindre än hälften av de kalkade vattnen vara försurade om de slutade kalkas. I en del län förekom halter $> 60\mu\text{g/l}$ Ali i sjöar som inte klassades som försurade. Så höga halter borde inte kunna uppkomma naturligt om det inte finns naturligt förekommande svavel i marken. Resultaten illustrerar osäkerheterna i beräkningarna och visar på behovet av flera kompletterande indikatorer när ekologisk status ska klassas för enskilda objekt.

Bakgrund

Den drastiska minskningen av svaveldepositionen under 1990-talet ledde till förhoppningar om att kunna minska på kalkningsverksamheten. Riksinventeringen 2005 omfattade bl.a. 200 slumpvis utvalda så kallade målsjöar inom kalkningen d.v.s. sjöar som kalkas antingen direkt i sjön eller i tillrinningsområdet med biologiska och kemiska mål för kalkningen (Wilander och Fölster, 2007). Enligt utvärderingen skulle bara en femtedel av de kalkade målsjöarna vara försurade om de slutade kalkas. Detta föranledde en undersökning av samtliga ca 3000 målsjöar. För de flesta målsjöarna var detta den första gången som tillräcklig kemi analyserades för att kunna göra en bedömning av försurningspåverkan. Förutom målsjöarna omfattade undersökningen även ca 1800 okalkade referenser. Utvärderingen av målsjöundersökningen visade på stora brister i den bedömning av försurningspåverkan som gjordes i Riksinventeringen 2005. De okalkade referenserna i målsjöundersökningen gav betydligt bättre underlag för att beräkna ”okalkad kemi” med Ca/Mg från referenserna (Fölster m. fl., 2011). Dessutom utvecklades metodiken för den korrigeringen (Fölster m. fl., 2011). Betydelsen av magnesiumhalten i kalkningsmedlet lyftes fram och uppgifter om kalkens ursprung samlades in för samtliga kalkningar i landet, vilket avsevärt minskade felet i kalkningskorrigeringen. Försurningspåverkan görs enligt bedömningsgrunder med modellen MAGIC eller verktyget MAGIC_{bibliotek} (www.ivl.se/magicbibliotek) (Naturvårdsverket, 2007). MAGIC-modellen tillämpades på drygt 1000 av de okalkade referenserna och dessa modelleringar användes för att komplettera MAGIC_{bibliotek} vilket minskade felet i bedömningen ytterligare. Under det senaste året har dessutom samtliga MAGIC-körningar i MAGIC_{bibliotek} körts om med nya depositionsdata och med nya kemivärden. Efter att alla dessa förbättringar genomförts är bedömningen nu att ca 57 % av målsjöarna är försurade. Det är betydligt större andel än vad som uppskattades i den ursprungliga utvärderingen av Riksinventeringen 2005, men fortfarande är knappt hälften av de kalkade målsjöarna inte i behov av kalk enligt bedömningen med bedömningsgrunder. Kalkningsverksamheten var som mest omfattande kring år 2000 för att sedan ha minskat med ca 40 % (Naturvårdsverket, 2011). Fram till 2015 beräknas kalkningen kunna minska med ytterligare 15 %.

Erfarenheterna från målsjöinventeringen ledde till att det startades ett nationellt program för kalkeffektuppföljning med syfte att löpande ge underlag för försurningsbedömningar av kalkade vatten. Programmet omfattar både sjöar och vattendrag. För vattendragen blir det i de flesta fallen första gången man får underlag för en försurningsbedömning. Programmet sker i ett så kallat omdrev med samma upplägg som det nationella miljöövervakningsprogrammet ”Sjöar, omdrevsstationer”, d.v.s. där en sjättedel av alla stationer provtas varje år. Det genomförs av Institutionen för vatten och miljö, SLU, i samarbete med länsstyrelserna och på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten.

Liksom i målsjöundersökningen 2007-2008 ingår okalkade referenser i programmet. För sjöarna ingår samma referenser som i målsjöundersökningen. För vattendragen har nya referenser tagits fram. I första hand har referenser som ligger uppströms de kalkade vattnen valts ut. I några fall har referensvattendragen ingått i den

regionala kalkeffektuppföljningen, men i de flesta fallen är det helt nya stationer. Syftet med provtagningen i de okalkade referenserna är att förbättra underlaget för Ca/Mg-värdena för beräkning av okalkad kemi i de kalkade vattnen. Samtidigt ger de helt ny kunskap om tillståndet med avseende på surhet och försurning i små okalkade vattendrag.

Mätprogrammet omfattar vattenkemiska parametrar för att kunna beräkna ”okalkad kemi” i de kalkade vattnen samt göra en bedömning av försurningspåverkan med MAGIC_{bibliotek}. I kalkningshandboken rekommenderas att oorganiskt aluminium (Ali) ska användas som komplement till bedömningsgrunder vid beslut om kalkavslut. Ali analyseras inte programmet utan beräknas med en regressionsformel ur TOC, Al_{tot} och F (Köhler, 2011). Halter Ali över 60 µg/l kan teoretiskt knappast förekomma naturligt i icke försurade vatten och kan därför ses som en indikator på antropogen försurning och därmed utgöra ett komplement till bedömningsgrunderna.

Följande rapport syftar till att beskriva metodiken för programmet. Den omfattar även en översiktlig redovisning av resultaten som ska ge stöd vid tolkningen av resultaten för de enskilda objekten. Samtliga resultat från undersökningen finns tillgängliga via internet (<http://www.slu.se/vatten-miljo>).

Dataunderlaget

Stationsunderlaget

Hela programmet omfattar alla så kallade målsjöar och målvattendrag inom den statligt finansierade kalkningsverksamheten. Totalt utgör de 2889 sjöar och ca 1500 vattendrag. Därutöver omfattar programmet ca 1800 okalkade referenssjöar och ca 1500 okalkade referensvattendrag. Undersökningen görs i form av ett så kallat omdrev där ungefär en sjättedel av alla objekt inom varje län provtas varje år. Uppdelningen i omgångar är gjord så att alla sjöar och vattendrag inom varje län i en omgång ska ligga i anslutning till varandra för att optimera utvärderingen. Den första omgången (Omgång 1), omfattade 519 målsjöar, 316 okalkade referenssjöar, 237 målvattendrag och 199 okalkade referensvattendrag (figur 1).

Figur 1. Karta med länsgränser och placeringen av de provtagna sjöarna och vattendragen i omgång 1 av den nationella kalkeffektuppföljningen 2010-2011.

Provtagning

SJÖAR

I sjöarna togs ytprover i sjöns mitt med helikopter. Två prover togs i varje sjö, hösten 2010 och våren 2011. Tiden för provtagning anpassades för att i möjligaste mån få prover under omblandningsperioderna. Höstprovtagningen samordnades med det nationella miljöövervakningsprogrammet för sjöar i omdrev (Fölster och Valinia, 2012). Provtagningen hösten 2010 drabbades av problem vilket gjorde att höstproverna i 129 av målsjöarna och 106 av referenssjöarna istället togs 2011. I utvärderingen användes även prover från Målsjöundersökningen 2007-2008 (Fölster m. fl., 2011).

VATTENDRAG

Den planerade provtagningen omfattade sex prover i varje vattendrag. Tre av dessa togs vid fasta tidpunkter vid mitten av mars, juni och oktober. De övriga tre skulle tas vid högflöden enligt en bedömning av provtagaren. Ett högflöde skulle tas under våren och ett under hösten. Det tredje högflödesprovet skulle tas vid valfri tidpunkt förslagsvis under vinterhögflöde i södra Sverige eller ett extra hösthögflöde i norra Sverige. Proverna togs i samordning med den regionala kalkeffektuppföljningen genom att samma provtagare användes och att de flesta högflödesproverna togs samtidigt som proverna för den regionala provtagningen.

Vattenkemi

Följande vattenkemiska analyser genomfördes på vattenproverna: pH, konduktivitet, alkalinitet, Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Al_{tot}, SO₄, Cl, F, NO₃, Si och TOC. Samtliga analyser genomfördes på det ackrediterade laboratoriet på Institutionen för vatten

och miljö, SLU, enligt standardmetoder. pH mättes i oluftat prov med genomströmningskyvett till skillnad från Målsjöundersökningen då pH mättes som start-pH vid alkalinitetsmätningen.

Beräknade värden

ANC (Acid Neutralizing Capacity) beräknades enligt:

$$\text{ANC} = (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K}) - (\text{SO}_4 + \text{Cl} + \text{NO}_3) \quad (\text{ekv/l})$$

med alla parametrar i mekv/l.

Oorganiskt aluminium (Al_i) beräknades ur Al_{tot} , F och TOC enligt en regressionsformel (Köhler och Erlandsson, 2011).

Kalkningsdata

Uppgifter om kalkning, koordinater, mängder, tidpunkter och kalkens ursprung, hämtades från kalkningsdatabasen i juni 2012. Databasen var då inte komplett utan saknade data från Jämtland, Östergötland och Blekinge.

Uppgifter om halten Mg i de olika kalkningsmedlen togs fram från kalkföretagen i samband med utvärderingen av Målsjöundersökningen 2007-2008. Då uppgifter om kalkursprung saknades användes ett schablonvärde på 1,28 mol%. Det gäller även Målsjöar i omdrevet som inte kalkats sedan 2008.

Avrinningsområden

Avrinningsområden togs fram med hjälp av en modifierad höjddatabas (VIVAN) (Nisell m. fl., 2007). I ett första steg togs avrinningsområden fram automatiskt med ett GIS-verktyg. Därefter gick samtliga avrinningsområden igenom manuellt och korrigerades där det var uppenbara felaktigheter. Avrinningsområdena användes sedan för att identifiera kalkningspunkter och okalkade referenser i avrinningsområdena.

Vattenföring

Dygnsvattenföring beräknat med HYPE hämtades från SMHI. För varje vattendrag beräknades vattenföringen genom arealproportionering av avrinningen i det HYPE-område som vattendraget låg i. För vattendrag som inte låg i huvudfåran och där HYPE-området hade uppströms liggande områden beräknades den lokala avrinningen som skillnaden mellan tillrinnande och utrinnande flöde. I en del avrinningsområden med komplicerad hydrologi som t.ex. kulverteringar, kunde detta ge orimliga värden och då användes istället data från ett närliggande källvattendrag.

Kalkningskorrigering

Den ”okalkade kemin” beräknades med metodiken som beskrivs i Fölster m. fl. (2011). Beräkningen ger värden på vad halterna av Ca, Mg, och Al samt pH, alkalinitet och ANC skulle vara om kalkningen upphörde i de kalkade vattnen. För värden på Ca/Mg_{ref} användes i första hand arealviktade medelvärden av okalkade referenser i avrinningsområden om dessa utgjorde mer än 20 % av det kalkade vattnets avrinningsområde. Om det fanns fem eller fler okalkade referenser i avrinningsområdet men dessa utgjorde mindre än 20 % av avrinningsområdet för det kalkade vattnet användes det aritmetiska medelvärdet för dessa stationer. Saknades okalkade referenser i avrinningsområdet beräknades Ca/Mg_{ref} ur referenser inom 20 km med verktyget KALKREF.

Värden på Mg tillskott från kalken, uttryckt i ekvivalenskvoten Mg/Ca_{kalk} beräknades ur uppgifter om kalkens ursprung i den nationella kalkdatabasen. Kvoten beräknades som ett medelvärde viktat efter mängd och tidpunkt för kalkning. Kalkning samma år som provet gavs vikten 0,6, kalkning året innan vikten 0,3 och kalkning två år innan gavs vikten 0,1.

Beräkning av medelvärden

För sjöarna beräknades medelvärden för vattenkemin ur de fyra provtagningarna 2007, 2008, 2010 och 2011. För vattendragen beräknades ett flödesviktat medelvärde enligt följande: Dygnsvattenföringen mellan 1 nov 2010 och 31 okt 2011 sorterades i storleksordning. De dagar då vattenkemiproven tagits markerades. De sorterade dygnen delades in i perioder efter mittpunkten mellan kemiprov tillfällena (figur 2). Halten av ett ämne för varje vattenkemiprov multiplicerades med summan av dygnsflödena för den tillhörande perioden. Summan av dessa produkter delades med det totala flödet för hela perioden vilket gav det flödesviktade medelvärdet. I några fall togs ett försenat prov efter 31 okt 2011. Provet tilldelades då det dygn som hade mest likt flöde som rådde den dagen som provet togs.

Figur 2. Illustration av hur flödesviktningen av vattenkemin är gjord för ett exempelvattendrag. Dygnsvattenföringen mellan 1 nov 2010 och 31 okt 2011 är sorterad i storleksordning. De svarta strecken visar vid vilka tillfällen vattenkemin är provtagen. De olika färgerna visar på indelningen som är gjord vid mittpunkten mellan vattenkemiproverna.

Försurningsbedömning

Försurningsbedömningar gjordes med MAGIC_{bibliotek} version 9 (www.ivl.se/magicbibliotek). För sjöarna gjordes bedömningen med medelvärden och för vattendragen med flödesvägda medelvärden.

Resultat

Provtagningen

För vattendragen byggdes delvis en ny organisation upp där SLU samordnade provtagningen med ett stort antal provtagare via de 18 olika länsstyrelserna. Eftersom det var första omgången i omdrevet och det var många personer inblandade nådde inte alltid all information hela vägen fram och alla planerade prover blev inte tagna. I en del fall uteblev även prover på grund av att vattendraget var torrlagt under lågflöde.

Störst problem med provtagningen var det i U, Y, Z och AC län där inga eller endast ett fåtal högflödesprover blev tagna (tabell 1). I de fallen ska resultaten från försurningsbedömningar användas med mycket stor försiktighet. I de fall då man kunde ta sex prover lyckades man oftast väl med att pricka höga flöden och oftast var det bara något tiotal dagar som hade högre flöden än då provet med högsta flödet provtogs. Särskilt väl lyckades X-län med i genomsnitt 8 dagar med högre flöden än högsta provtagna. Mindre bra lyckades G, K och M län. Om man ser till hur stor andel av flödet som rann vid högre flöden än det högsta provtagna, ser bilden mindre positiv ut. Kring en femtedel av årsvolymen i vattendragen rann vid högre flöden än det högsta provtagna och G, K och M län kring 40 %.

Tabell 1. Länsvis redovisningen av utfallet av provtagning av målvattendrag och referenser. Antal prover per station, antal dagar med högre flöde än vid provet med högsta flöde för stationer med 6 prover per år, samt andel av vattenföringen (Q) som rann med högre flöde än vid provet med högsta flöde för stationer med 6 prover per år.

Län	Antal stationer med ett visst antal prov						Antal dagar Q > Qprovmax			Andel Q över Qprovmax (%)		
	1	2	3	4	5	6	Medel	Min	Max	Medel	Min	Max
E						8	12,4	0	22	24	16	35
F			2		2	30	13,1	3	45	23	7	34
G						10	23,0	14	35	38	31	46
H				2	14							
K					1	11	34,0	16	44	45	26	59
M						8	43,0	36	46	44	41	46
N					2							
O						46	9,2	0	46	16	2	40
S	8	3	2		5	87	12,0	0	45	17	2	48
T						3	16,3	5	24	27	2	40
U				5								
W					5	31	10,9	2	42	21	5	51
X						57	8,1	0	19	27	3	51
Y			10			5	12,4	10	15	18	15	20
Z			8	10	4							
AC	1		56									

Referenser

SJÖAR – GENOMSNITTLIGA SKILLNADER MELLAN MÅLSJÖINVENTERINGEN 2007-2008 OCH OMDREV 2010-2011.

Samtliga referenssjöar i omgång 1 provtogs även hösten 2007 och hösten 2008 i Målsjöundersökningen. En jämförelse av omgång 1 med de tidigare mätningarna visar på en del generella mönster. I de flesta län ökade pH, alkalinitet, TOC och ANC, medan SO₄, Cl, NO₃ och Ali minskade (tabell 2). Undantag utgör t.ex. H, K och M-län där motsatta förändringar uppmättes för SO₄, Cl, TOC och ANC. Även i U, W och X län minskade ANC och även Alkaliniteten. Inga statistiska tester av förändringarna gjordes inom ramen för denna rapport och inga slutsatser kan därför dras om förändringarna är statistiskt signifikanta eller om orsakerna till förändringarna.

Tabell 2. Förändring i vattenkemi i okalkade referenser mellan Målsjöundersökningen 2007-2008 och Omdrevet 2010-2011 Länsvis genomsnittlig skillnad mellan medelvärden för de två perioderna

Län	Antal sjöar	pH	Alk mekv/l	SO ₄ mekv/l	Cl mekv/l	TOC mg/l	NO ₃ µg/l	Ali µg/l	ANC mekv/l
AB	2	0,1	-0,003	-0,030	-0,007	2,8	-9	-4	0,011
D	4	0,2	0,025	-0,036	-0,018	1,4	-13	-7	0,021
E	16	0,0	0,010	-0,032	-0,017	1,0	-30	-1	0,010
F	10	0,4	0,032	-0,006	-0,026	-1,3	-95	-4	0,013
G	13	0,1	0,002	-0,005	-0,024	0,8	-17	-7	-0,015
H	4	0,1	-0,004	0,014	-0,012	-2,7	-5	6	-0,037
K	9	0,1	0,014	0,012	0,019	-1,9	-17	-7	-0,024
M	15	0,3	0,049	0,032	0,020	-4,6	-116	-9	-0,003
N	5	0,5	0,037	-0,007	-0,038	-0,8	-35	-27	0,003
O	58	0,3	0,012	-0,009	-0,025	-1,0	-17	-6	-0,006
S	14	0,1	0,017	-0,008	-0,013	0,8	-23	-5	0,016
T	54	0,2	0,012	-0,019	-0,021	1,2	-42	-3	0,001
U	5	0,2	-0,035	-0,019	0,025	-1,0	-38	-1	-0,040
W	22	0,0	-0,010	-0,006	-0,003	0,5	-20	-10	-0,011
X	11	0,3	-0,031	-0,015	-0,011	1,5	-15	0	-0,020
Y	49	0,2	0,003	-0,006	-0,002	0,9	-43	-2	0,012
Z	8	0,0	-0,001	-0,002	-0,001	0,5	-50	-2	0,003
AC	21	0,2	0,011	-0,004	0,001	0,9	-63	-2	0,018

BEDÖMNING AV SURHET OCH FÖRSURNING I OKALKADE REFERENSSJÖAR

Surhetstillståndet varierade stort mellan länen. I G, M, S och T län hade mer än hälften av de okalkade referenserna genomsnittliga pH-värden under 6 (tabell 3). Även AB, D, H och N län hade stor andelen sura sjöar, men bara ett fåtal provtagna sjöar. I X och Z län hade < 10 % av sjöarna medel pH under 6.

En klassning av försurningspåverkan med MAGIC_{bibiotek,v9} baserat på medelvärden av kemin visade att det bara var i G, H, M, N och S län där 50 % eller fler av referenserna var försurade. I AB, D, E, U, W, X, Y, Z och AC län var < 10 % av referenssjöarna försurade. Generellt hade en ännu mindre andel sjöar en genomsnittlig modellerad halt av Ali > 60 µg/l, men ett intressant undantag utgör W län där fler

sjöar hade genomsnittliga halter Ali > 60 µg/l än vad som bedömdes som försurade. Samma gällde i AC-län, med där var antalet provtagna sjöar litet. Så höga halter Ali borde inte vara möjligt att uppnå utan antropogen påverkan eller naturligt geologiskt svavel (Köhler och Erlandsson, 2011).

Tabell 3. Surhet och försurning i okalkade referenssjöar. Andel av sjöarna i varje län med ett av 4 pH-värden under 6 samt andel försurade sjöar beräknat på medelvärden med MAGIC_{bibliotek,v9} och Ali är beräknat. I U, Y, Z och AC-län är inga eller endast ett fåtal högflödesprover tagna.

Län	Antal sjöar	pH<6	Andel sjöar (%)	
			Försurade	Ali > 60 µg/l
AB	2	100	0	0
D	4	75	0	0
E	14	21	7	0
F	10	20	20	0
G	13	85	54	23
H	4	100	50	50
K	9	44	44	0
M	15	53	53	7
N	5	100	100	0
O	58	45	31	12
S	14	79	50	7
T	54	56	30	4
U	5	20	0	0
W	22	45	0	23
X	11	9	9	0
Y	49	24	6	4
Z	8	0	0	0
AC	21	29	0	5

BEDÖMNING AV SURHET OCH FÖRSURNING I OKALKADE
REFERENSVATTENDRAG

I U, Y, Z och AC-län är inga eller endast ett fåtal högflödesprover tagna vilket begränsar användbarheten av resultaten. De flesta okalkade referensvattendragen hade flödesvägda pH-värden under 6 (tabell 4). Andelen med pH-min < 6 skiljer sig oftast inte vilket visar att det flödesvägda medelvärdet till stor del styrs av prover tagna under höga flöden då pH oftast är lägst. Det vara bara i Y och Z län som mindre än hälften hade pH värden under 6. Andelen försurade vattendrag varierade mellan länen. I E, T och Y län klassades inga vattendrag som försurade enligt MAGIC_{bibliotek}. Det var bara i G, K, M, N och U län som hälften eller fler av referensvattendragen var försurade. För Ali var skillnaden mellan flödesvägt medelvärde och extremvärde större än för pH. I E, X och AC län var det vanligare med medehalter av Ali > 60 µg/l än att vattendragen klassades som försurat. Det tyder på en större antropogen påverkan än vad MAGIC_{bibliotek} ger, eller på påverkan från naturligt geologiskt svavel (Köhler och Erlandsson, 2011).

Tabell 4. Surhet och försurning i okalkade referensvattendrag. Antal referensvattendrag i varje län samt andel av vattendragen i länet som uppfyller kriterierna pH < 6, $\Delta\text{pH}_{\text{MAGICbibl}} > 0,4$ och Ali > 60 µg/l. Andel medan pH < 6 anges både för flödesvägda medelvärden (fvm) och lägsta pH för varje vattendrag. Andel med beräknat Ali > 60 µg/l anges både för fvm och maxvärdet för varje vattendrag. Försurningsbedömningen är gjord på flödesvägda medelvärden med MAGIC_{bibliotek}, v9.

Län	Antal vattendrag	Andel i %				
		pH < 6		Försurat	Ali > 60 µg/l	
		fvm	min		fvm	max
E	4	100	100	0	25	75
F	17	47	59	53	24	29
G	5	100	100	100	20	40
H	4	50	75	25	25	25
K	8	100	100	100	88	100
M	4	100	100	75	0	50
N	1	100	100	100	0	100
O	19	89	89	42	21	32
S	45	98	98	49	33	44
T	1	100	100	0	0	0
U	2	50	50	50	50	50
W	18	72	72	17	17	28
X	26	100	100	27	19	19
Y	6	0	33	0	0	0
Z	12	42	42	17	0	0
AC	27	67	85	22	33	59

URVAL AV GODKÄNDA REFERENSSJÖAR OCH VATTENDRAG

Referenserna granskades med avseende på Ca/Mg och pH samt variation i Ca/Mg mellan mätningarna med syftet att uppdatera databasen med godkända referenser för korrigering av kalkningspåverkan i kalkade vatten. Av de 318 provtagna referenserna rensades 56 bort för att de hade för höga pH och Ca/Mg eller för stor variation i Ca/Mg. Av dessa hade 47 redan rensats bort av samma skäl utifrån data enbart från Målsjöinventeringen och 4 ytterligare sjöar rensades bort. Verktøget för att ta fram referensvärden av Ca/Mg för kalkade vatten "KALKREF" uppdaterades med medelvärden av Ca/Mg från de 4 mätningarna i varje sjö för sjöarna i omgång 1.

Av de 199 okalkade referensvattendragen godkändes 139 som referenser i verktøget KALKREF. 12 underkändes för att de hade för variabel Ca/Mg eller för högt pH och Ca/Mg, resten för att det var färre än 4 mätningar. Flödesvägda medelvärden av Ca/Mg i vattendragen lades in i verktøget KALKREF.

Det uppdaterade verktøget användes för att ta fram referensvärden på Ca/Mg-kvoten som sedan användes för att beräkna okalkad kemi i de kalkade sjöarna och vattendragen.

Målobjekt

I de kalkade sjöarna och vattendragen beräknades den okalkade kemin, d.v.s. värden på pH, alkalinitet, ANC och halter av Ca, Mg och Al som skulle råda utan kalkning. Därefter gjordes försurningsbedömningar med MAGIC_{bibliotek} utifrån de korrigerade värdena. Resultaten bekräftar bilden från målsjöundersökningen; mer än hälften av de kalkade vattnen i södra Sverige skulle vara försurade om de inte kalkades enligt en bedömning med MAGIC_{bibliotek}. I norra Sverige skulle betydligt mindre än hälften av de kalkade sjöarna vara försurade om de slutade kalkas. Eftersom urvalet i de olika länen inte alltid är representativt för de kalkade objekten i stort och då man i flera län inte tog några högflödesprover i vattendragen, presenteras inte någon länsvis sammanställning av resultaten då dessa skulle kunna ge en missvisande bild av försurningstillståndet i länen. För resultaten hänvisas i stället till de resultattabeller som kan laddas ner från (<http://www.slu.se/vatten-miljo>).

Kommentarer

Erfarenheterna från den första omgången av programmet omdrev i målobjekt visar att logistiken för provtagningen fungerar, med undantag av en del inkörningsproblem i U, Y, Z och AC-län. Resultaten ger ett värdefullt komplement till målsjöinventeringen 2007-2008 genom att ge ett bättre underlag för bedömning av surhet och försurning i de kalkade målsjöarna. Tillsammans med utvecklingen av metoden för beräkning av okalkad kemi och MAGIC_{bibliotek} ger de ett bättre underlag för statusklassning än tidigare. För vattendragen är resultaten i många fall första gången som man har ett underlag för att göra en försurningsbedömning. Resultaten från de okalkade referenserna förbättrar underlaget för beräkningen av okalkad kemi och ger också en beskrivning av tillståndet i små okalkade jonsvaga vatten. De okalkade referenserna kommer också ge ett värdefullt tillskott av fler MAGIC-modellerade vattendrag i MAGIC_{bibliotek}.

Jämförelsen av vattenkemin i de okalkade referenserna 2007-2008 och 2010-2011, tyder på systematiska skillnader mellan åren. Upplägget med en förnyad provtagning i omdrev under flera år av de sjöar som ingick i Målsjöinventeringen 2007-2008 gör det möjligt att med en fördjupad statistisk analys kvantifiera skillnader i sjökemi mellan vår och höst samt mellanårsvariation. En sådan analys bör göras när programmet gett data från fler år för att få ett bättre underlag för hur provtagningen framöver ska optimeras.

Försurningsbedömningen i de kalkade vattnen kan i enskilda fall ibland innebära stora osäkerheter. Det är därför värdefullt att försurningsbedömningen från MAGIC_{bibliotek} kan kompletteras med uppskattningar av förväntat halt Ali. Det är anmärkningsvärt att Ali-halter $> 60 \mu\text{g/l}$ förekommer i ett större antal sjöar som inte klassas som försurade enligt MAGIC_{bibliotek}. Orsaken till denna diskrepans skulle behöva utredas. Man bör då ta hänsyn till osäkerheterna både i försurningsbedömningen med MAGIC_{bibliotek} och beräkningen av Ali och även undersöka förekomsten av naturligt svavel i marken.

För Jämtland, Östergötland och Blekinge saknas det fullständiga uppgifter om kalkning vilket gör bedömningarna av kalkade vatten i dessa län osäkrare än i de övriga. Eftersom kalkens ursprung spelar stor roll för resultaten är det av stor vikt att dessa uppgifter kontinuerligt rapporteras in i kalkningsdatabasen av länen. Det vore också bra om det sker en ständig uppdatering av Mg-halten i de olika kalkningsmedlen eftersom denna kan variera med tiden från en och samma källa.

I denna rapport korrigerades alla kalkade vatten, även en del sjöar där det inte förekom kalkning i avrinningsområdet de senaste åren men som kalkades vid Målsjöomdrevet 2007-2008. Magnesiumhalten i kalkningsmedlet sattes i de fallen till schablonvärdet. Det gäller även sjöar i de tre län som inte lämnat in uppgifter. När samtliga län rapporterat in uppgifter kan den vara motiverat att göra en noggrannare utvärdering där sjöar med kalkavslut får samma magnesiumhalt 2010-2011 som 2007-2008.

Dataunderlaget kan användas för en fördjupad analys. T.ex. kan försurningspåverkan under vårfloden i norra Sverige bedömas med episodmodellen BDM (Laudon m. fl., 2001). Vidare kan en form av riskanalys utvecklas för enskilda objekt baserat på osäkerheten i bedömningen. Detta rymms inte inom ramen för denna rapport.

Referenser

- Fölster, J., Köhler, S., von Brömssen, C., Akselsson, C. och Rönnback, P. (2011). Korrigering av vattenkemi för kalkningspåverkan - val av referenser och beräkning av osäkerheter. Institutionen för vatten och miljö, SLU. Rapport 2011:1.
- Fölster, J., Moldan, F. och Stadmark, J. (2011). Målsjöundersökningen 2007–2008. Naturvårdsverket. Rapport 6412.
- Fölster, J. och Valinia, S. (2012). Försurningsläget i Sveriges ytvatten 2010
- Komplettering till rapport 2011:24. Underlag till utvärdering av miljömålet ”Bara naturlig försurning. Rapport 2012:5, Institutionen för vatten och miljö, SLU.
- Köhler, S. (2011). "Analys och systematiskt utvärdering av avvikelser mellan uppmätta och modellerade halter av oorganiskt aluminium i tidsseriedata i sjöar, Institutionen för vatten och miljö, SLU. Rapport 2011:25."
- Köhler, S. och Erlandsson, M. (2011). Utvärdering av halterna oorganiskt aluminium i referenser inom målsjöinventeringen. Rapport 2011:04, Institutionen för vatten och miljö, SLU.
- Laudon, H., Westling, O., Poléo, A. B. S. och Vøllestad, L. A. (2001). Naturligt sura och försurade vatten i Norrland. Naturvårdsverket. Rapport 5144.
- Naturvårdsverket (2007). "Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Bilaga A till Handbok 2007:4."
- Naturvårdsverket (2011). Nationell plan för kalkning 2011–2015. Rapport 6449 • juni 2011.
- Nisell, J., Linsjö, A. och Temnerud, J. (2007). "Rikstäckande virtuellt vattendrags nätverk för flödesbaserad modellering VIVAN. Rapport 2007:17. Institutionen för miljöanalys, SLU."
- Wilander, A. och Fölster, J. (2007). Sjöinventeringen 2005 - En synoptisk vattenkemisk undersökning av Sveriges sjöar. Institutionen för Miljöanalys, SLU. Rapport 2007:16.